

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-033767

(43)Date of publication of application : 09.02.2001

(51)Int.Cl.

G02F 1/1333

G02F 1/13

(21)Application number : 11-210434

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 26.07.1999

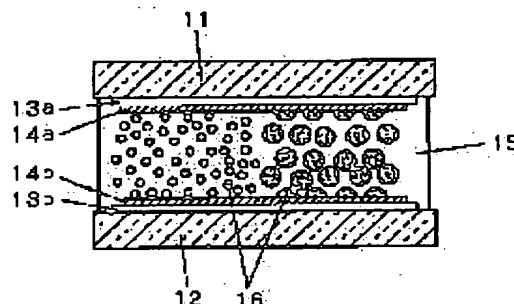
(72)Inventor : KOSAKO SHINYA  
YAMAMOTO MASAO  
NAKAO KENJI

## (54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE AND ITS PRODUCTION

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a polymer dispersion type liquid crystal display device with high contrast and excellent display quality in which hysteresis is suppressed to a low level without increasing the driving voltage.

**SOLUTION:** The liquid crystal display device has a polymer-liquid crystal composite material which is prepared by dispersing liquid crystal drops 16 in a polymer 15 and which is held between a pair of substrates 11, 12, and the device has at least two kinds of regions having different transmittance-voltage characteristics in one pixel. In the production of the device, the phase separation is carried out by irradiating the panel with laser light through a mask disposed outside of the panel. Preferably, laser light having irradiation intensity varied at the same pitch as the pixel pitch is used to irradiate. Or, the panel may be irradiated with UV rays through a mask disposed outside having a twice pitch as the pixel pitch.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

---

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-33767

(P2001-33767A)

(43) 公開日 平成13年2月9日 (2001.2.9)

(51) IntCl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード <sup>*</sup> (参考)
G 0 2 F 1/1333	6 1 0	G 0 2 F 1/1333	2 H 0 8 8
1/13	1 0 1	1/13	2 H 0 8 9

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平11-210434  
(22) 出願日 平成11年7月26日 (1999.7.26)

(71) 出願人 000005821  
松下電器産業株式会社  
大阪府門真市大字門真1006番地  
(72) 発明者 古佐小 慎也  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内  
(72) 発明者 山本 雅夫  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内  
(74) 代理人 100097445  
弁理士 岩橋 文雄 (外2名)

最終頁に続く

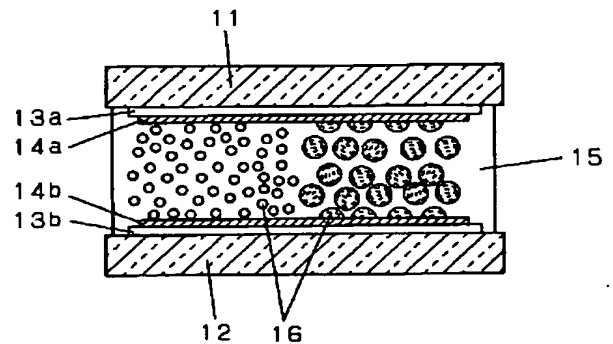
(54) 【発明の名称】 液晶表示素子およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 駆動電圧が上昇することなく、ヒステリシスを低く抑えられ、コントラストが高く、表示品質の優れた高分子分散型液晶表示素子を提供する。

【解決手段】 高分子中に液晶滴を分散させてなる高分子・液晶複合体が、一対の基板間に挟持され、1つの画素内において少なくとも2種類の透過率-印加電圧特性の異なる領域を有する液晶表示素子の製造方法であって、パネル外部にあるマスクを通してレーザー光を照射することにより、相分離を行うことを特徴とする液晶表示素子の製造方法。

11 上側基板  
12 下側基板  
13a, 13b 透明電極  
14a, 14b 絶縁膜  
15 高分子マトリクス  
16 液晶



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 高分子中に液晶滴を分散させてなる高分子・液晶複合体が、一対の基板間に挟持され、1つの画素内において少なくとも2種類の透過率-印加電圧特性の異なる領域を有する液晶表示素子の製造方法であって、

パネル外部にあるマスクを通してレーザー光を照射することにより、相分離を行うことを特徴とする液晶表示素子の製造方法。

【請求項2】 高分子中に液晶滴を分散させてなる高分子・液晶複合体が、一対の基板間に挟持され、1つの画素内において少なくとも2種類の透過率-印加電圧特性の異なる領域を有する液晶表示素子の製造方法であって、

画素ピッチと同じピッチで照射強度を変化させたレーザー光を照射することにより、相分離を行うことを特徴とする液晶表示素子の製造方法。

【請求項3】 高分子中に液晶滴を分散させてなる高分子・液晶複合体が、一対の基板間に挟持され、1つの画素内において少なくとも2種類の透過率-印加電圧特性の異なる領域を有する液晶表示素子の製造方法であって、

外部に配置したマスクのピッチが画素ピッチの2倍のマスクを通して紫外線を照射することにより、相分離を行うことを特徴とする液晶表示素子の製造方法。

【請求項4】 高分子中に液晶滴を分散させてなる高分子・液晶複合体が、一対の基板間に挟持され、1つの画素内において少なくとも2種類の透過率-印加電圧特性の異なる領域を有する液晶表示素子の製造方法であって、

紫外線照射側の基板の厚みdが0.5mm以下であり、かつパネル外部にあるマスクを通して紫外線を照射することにより、相分離を行うことを特徴とする液晶表示素子の製造方法。

【請求項5】 高分子中に液晶滴を分散させてなる高分子・液晶複合体が、一対の基板間に挟持され、1つの画素内において少なくとも2種類の透過率-印加電圧特性の異なる領域を有する液晶表示素子の製造方法であって、

紫外線照射側の基板の厚みをd、紫外線光源の強度が半減する角度を $\theta$ 、マスクピッチをpとすると、(数1)を満たす条件で相分離を行うことを特徴とする液晶表示素子の製造方法。

【数1】

$$2d \cdot \tan \theta < p / 2$$

【請求項6】 紫外線光源の強度が半減する角度 $\theta$ が1度以上であり、かつ紫外線照射側の基板の厚みdが0.5mm以下であることを特徴とする請求項5に記載の液晶表示素子の製造方法。

【請求項7】 高分子中に液晶滴を分散させてなる高分子・液晶複合体が、一対の基板間に挟持され、1つの画素内において少なくとも2種類の透過率-印加電圧特性の異なる領域を有する液晶表示素子の製造方法であって、

2

子・液晶複合体が、一対の基板間に挟持され、1つの画素内において少なくとも2種類の透過率-印加電圧特性の異なる領域を有する液晶表示素子の製造方法であって、

第1の紫外線を照射して相分離を行う第1の紫外線照射工程と、パネル外部にあるマスクを通して第2の紫外線を照射する第2の紫外線照射工程と、を有することを特徴とする液晶表示素子の製造方法。

【請求項8】 紫外線照射側の基板の厚みをd、第2の紫外線光源の強度が半減する角度を $\theta$ 、マスクピッチをpとすると、(数2)を満たす条件で第2の紫外線照射を行うことを特徴とする請求項7に記載の液晶表示素子の製造方法。

【数2】

$$2d \cdot \tan \theta < p / 2$$

【請求項9】 第2の紫外線光源の強度が半減する角度 $\theta$ が1度以上であり、かつ第2の紫外線照射側の基板の厚みdが0.5mm以下であることを特徴とする請求項8に記載の液晶表示素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、高分子分散型液晶を用いた散乱型の液晶表示素子およびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】液晶表示素子は、薄型、小型、低電圧駆動、低消費電力という特徴を生かし、腕時計、電卓等の表示から、ナビゲーションシステム、ノート型パソコン、液晶モニター、データプロジェクター、プロジェクション液晶テレビなどあらゆるところで広く利用されている。このような液晶表示素子の表示モードの中で、従来より広く用いられているのがTN(Twisted Nematic)方式であり、対向する2枚の基板の間に上下で液晶分子が90度ねじれた構造の液晶素子を2枚の偏光板により挟持したものである。また、TN方式の時分割駆動特性を改善したSTN(Super Twisted Nematic)方式の液晶表示素子も日本語ワードプロセッサなどに使われている。さらに、最近では液晶分子の自発分極によって液晶分子の配列状態を変化させ、その配列状態の変化に伴う電気光学効果を表示に利用する強誘電性液晶を利用した情報機器も実用化されている。

【0003】しかし、これらの液晶表示素子は少なくとも1枚の偏光板を必要とするため、暗い、配向処理が必要、セル厚制御が容易でないという課題があった。

【0004】一方、このような液晶表示素子に対して、偏光板が不要で、電界により液晶分子の配列を制御して、白濁状態または透明状態を作り出す方式が提案されている。この方式は、液晶材料と透明高分子の複合体が2枚の基板間に挟持されており、液晶分子が正の誘電率

異方性を有する場合、液晶分子の常光屈折率と透明高分子の屈折率を一致させておくと、電圧を印加して液晶分子の長軸を電界に平行になるように配列させて透明高分子の屈折率と一致すると界面の光散乱がないため透明状態になり、一方電圧が無印加のときには、液晶分子は種々の方向に配向しているため透明高分子との界面で屈折率が一致しないため光散乱が起こり白濁不透明状態になることを利用しているものである。

【0005】この方式の代表的な例は、NCAP (Nematic Curvilinear Aligned Phase) と呼ばれる、ネマチック液晶をポリビニルアルコールなどでマイクロカプセル化したものである (粉体と工業、VOL. 22、NO. 8 (1990))。

【0006】また、このほかに、PDLC (Polymer Dispersed Liquid Crystal) といわれる方式があり、液晶微小滴を高分子マトリクス中に分散させる方法である (フラットパネルディスプレイ'91、日経BP社、p219)。

【0007】また、PNLC (Polymer Network Liquid Crystal) といわれるものもあり、樹脂が液晶の連続相の中に3次元ネットワーク状に広がる構造を有するものである (電気情報通信学会技術研究報告、EID89-89、p1)。

【0008】これらの液晶材料と透明高分子の複合体は、総称して高分子分散型液晶と呼ばれている。

【0009】従来、これらの液晶材料と高分子の複合体の製造方法は、アクリル系またはエポキシ系紫外線硬化樹脂などの未硬化樹脂モノマーと液晶材料を溶解させた混合組成物を2枚の基板間に注入し、これに、紫外線を照射すると、樹脂モノマーが重合して液晶材料と樹脂が相分離する。その結果、高分子中に液晶材料が分散した構造、または液晶中に高分子がネットワーク状に広がる構造のものが得られる (フラットパネルディスプレイ'91、日経BP社、p219、電気情報通信学会技術研究報告、EID89-89、p1など)。

【0010】さて、高分子分散型液晶を作製し、電気光学特性 (印加電圧に対する透過率の変化) を測定すると、図5に示されるように、電圧上昇過程と電圧下降過程で同一の特性を示さず、印加電圧-透過率曲線にヒステリシス (光学ヒステリシス、電圧ヒステリシス) が観測される (液晶討論会講演予稿集、p312 (1991)、SID93 Digest、575 (1992) など)。

【0011】ここで、電圧ヒステリシスの大きさHは、所定透過率での電圧上昇過程と電圧下降過程の電圧差 (電圧ヒステリシス幅と呼ぶ) を、電圧下降過程の電圧で割ったものとして定義される。Hは透過率Tの関数であり、 $V_{up}(T)$  を透過率Tでの電圧上昇時の電圧、 $V_{down}(T)$  を透過率Tでの電圧下降時の電圧とす

ると、 $H(T) (%)$  は、

$$(V_{up}(T) - V_{down}(T)) / V_{down}(T) \times 100$$

で定義される。

【0012】また、この電圧ヒステリシスは、印加電圧-透過率曲線の傾き (急峻性) が変化しても変化しない。ある特定のパネルの代表値としての電圧ヒステリシス値は、 $H(T)$  の最大値で示される。

【0013】さて、この電圧ヒステリシスとは別に、透過率次元でヒステリシスを扱うために、光学ヒステリシス (見かけのヒステリシス)  $H(V) (%)$  を導入する。

【0014】ここで、光学ヒステリシスの大きさHは、同一印加電圧での電圧上昇過程と電圧下降過程の透過率差のパネルの最大輝度に対する割合として定義される。Hは印加電圧Vの関数であり、 $T_{up}(V)$  を印加電圧Vでの電圧上昇時の透過率、 $T_{down}(V)$  を印加電圧Vでの電圧下降時の透過率とすると、 $H(V) (%)$  は、

$$(T_{down}(V) - T_{up}(V)) / (T_{100} - T_0) \times 100$$

で定義される。ここで、 $T_{100}$  は最大透過率、 $T_0$  は無印加時の透過率を表す。

【0015】また、パネルの代表値としての光学ヒステリシス値は、 $H(V)$  の最大値で示される。

【0016】通常の高分子分散型液晶では、光学ヒステリシス値は2%以上と大きい。

【0017】このヒステリシス現象は、高分子分散型液晶を映像表示装置に応用した際、残像として観測され、表示装置の表示品質、特に諧調表示を著しく損なうものである。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、最大透過率の10%を与える駆動電圧V10のみを低減させることにより $\gamma$ 値 (急峻度、 $V90/V10$ ) を最適値に調整し、駆動電圧が上昇することなく、ヒステリシスを低く抑えられ、コントラストが高く、表示品質の優れた高分子分散型液晶表示素子を提供することを目的とする。

【0019】

【課題を解決するための手段】本発明は、高分子分散型液晶表示素子において、1つの画素内に少なくとも2種類の液晶滴粒径の異なる領域を形成することにより、駆動電圧が上昇すること無く、印加電圧-透過率曲線における最もヒステリシスが大きい電圧領域の急峻度のみを選択的に下げ、光学ヒステリシスを低減させることにより上記課題を解決したものである。

【0020】特に、前記液晶表示素子を実現するにあたって、平行度の高い紫外線レーザーを使用することにより、出力の大きい紫外線を容易に得られ、容易に製造できるものである。

【0021】請求項1記載の液晶表示素子の製造方法は、高分子中に液晶滴を分散させてなる高分子・液晶複合体が、一对の基板間に挟持され、1つの画素内において少なくとも2種類の透過率-印加電圧特性の異なる領域を有する液晶表示素子の製造方法であって、パネル外部にあるマスクを通してレーザー光を照射することにより、相分離を行うことを特徴とする液晶表示素子の製造方法。

【0022】マスクを使用して1つの画素内に少なくとも2種類の液晶滴粒径の異なる領域を形成するためには、十分な平行度と十分な紫外線強度が必要である。この光源としては、アルゴン・レーザーやヘリウム・カドミウム・レーザーが適している。

【0023】請求項2記載の液晶表示素子の製造方法は、高分子中に液晶滴を分散させてなる高分子・液晶複合体が、一对の基板間に挟持され、1つの画素内において少なくとも2種類の透過率-印加電圧特性の異なる領域を有する液晶表示素子の製造方法であって、画素ピッチと同じピッチで照射強度を変化させたレーザー光を照射することにより、相分離を行うことを特徴とする。

【0024】アルゴン・レーザーやヘリウム・カドミウム・レーザーを紫外線光源として用いれば、十分な平行度が得られるので、マスクの代わりに画素ピッチと同じピッチで照射強度を変化させたレーザーでも十分に領域分割をすることができる。

【0025】請求項3記載の液晶表示素子の製造方法は、高分子中に液晶滴を分散させてなる高分子・液晶複合体が、一对の基板間に挟持され、1つの画素内において少なくとも2種類の透過率-印加電圧特性の異なる領域を有する液晶表示素子の製造方法であって、外部に配置したマスクのピッチが画素ピッチの2倍のマスクを通して紫外線を照射することにより、相分離を行うことを特徴とする。

【0026】マスクの形状を工夫することにより、画素ピッチの2倍のマスクで1つの画素内に少なくとも2種類の液晶滴粒径の異なる領域を形成することができる。これにより、紫外線光源の平行度を落とすことができ、その代わりに紫外線強度を確保することができ、光学ヒステリシスの小さい高分子分散型液晶ライトバルブを得ることができる。

【0027】請求項4記載の液晶表示素子の製造方法は、高分子中に液晶滴を分散させてなる高分子・液晶複合体が、一对の基板間に挟持され、1つの画素内において少なくとも2種類の透過率-印加電圧特性の異なる領域を有する液晶表示素子の製造方法であって、紫外線照射側の基板の厚みdが0.5mm以下であり、かつパネル外部にあるマスクを通して紫外線を照射することにより、相分離を行うことを特徴とする。

【0028】請求項5記載の液晶表示素子の製造方法は、高分子中に液晶滴を分散させてなる高分子・液晶複

合体が、一对の基板間に挟持され、1つの画素内において少なくとも2種類の透過率-印加電圧特性の異なる領域を有する液晶表示素子の製造方法であって、紫外線照射側の基板の厚みをd、紫外線光源の強度が半減する角度を $\theta$ 、マスクピッチをpとすると、(数3)を満たす条件で相分離を行うことを特徴とする。

【0029】

【数3】

$$2d \cdot \tan \theta < p/2$$

10 【0030】請求項6記載の液晶表示素子の製造方法は、請求項4に記載の液晶表示素子の製造方法であって、紫外線光源の強度が半減する角度 $\theta$ が5度以上であり、かつ紫外線照射側の基板の厚みdが0.5mm以下であることを特徴とする。

【0031】高分子分散型液晶を使用したディスプレイを仮定する場合、直視方式で大きいサイズのもはピクセル数が横640個で縦480個、対角距離が50cm（いわゆる20インチ型）のものである。横方向のピクセルはさらに、R（赤）、G（緑）およびB（青）の各画素に分かれるため、最小のピッチは横方向で、約0.21mmとなる。

【0032】紫外線光源の強度が半減する角度 $\theta$ は、照射強度とトレード・オフの関係にあり、十分な照射強度を得るためには最低でも5度以上にしなくてはならない。このピッチと半値幅5度からdを（前記数3）で計算すると、 $d < 0.6$ mmとなり、これ以上では、1つの画素内に2種類の液晶滴粒径の異なる領域を形成することができるが、マスク像がぼけてしまい、急峻度 $\gamma$ が十分に大きくならないので光学ヒステリシスを十分に低減させることができない。好ましくは、紫外線照射側の基板の厚みdが0.5mm以下である。

【0033】請求項7記載の液晶表示素子の製造方法は、高分子中に液晶滴を分散させてなる高分子・液晶複合体が、一对の基板間に挟持され、1つの画素内において少なくとも2種類の透過率-印加電圧特性の異なる領域を有する液晶表示素子の製造方法であって、第1の紫外線を照射して相分離を行う第1の紫外線照射工程と、パネル外部にあるマスクを通して第2の紫外線を照射する第2の紫外線照射工程と、を有することを特徴とする。

40 【0034】この発明は、1つの画素内に少なくとも2種類の液晶滴粒径の異なる領域を形成する代わりに、1つの画素内の粒径は同じで少なくとも2種類の透過率-印加電圧特性の異なる領域を形成する方法である。この発明は、第2の紫外線照射工程により液晶-高分子界面の濡れ性（アンカリング力、界面規制力と考えても同様）を上昇させるものであり、効果は粒径分割と同様で光学ヒステリシスを十分に低減させることができる。

【0035】請求項8記載の液晶表示素子の製造方法は、請求項7に記載の液晶表示素子の製造方法であ

7

て、紫外線照射側の基板の厚みを $d$ 、第2の紫外線光源の強度が半減する角度を $\theta$ 、マスクピッチを $p$ とすると、(数4)を満たす条件で第2の紫外線照射を行うことを特徴とする。

【0036】

【数4】

$$2d \cdot \tan \theta < p/2$$

【0037】本発明は、請求項4～6記載の発明と全く同じ原理である。

【0038】請求項9記載の液晶表示素子の製造方法は、請求項8に記載の液晶表示素子の製造方法であって、第2の紫外線光源の強度が半減する角度 $\theta$ が5度以上であり、かつ第2の紫外線照射側の基板の厚み $d$ が0.5mm以下であることを特徴とする。

【0039】本発明も、請求項4～6記載の発明と全く同じ原理である。

【0040】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら、本発明の実施の形態について説明する。図1は、本発明の一実施例による高分子分散型液晶表示素子の断面図である。図1は1つの画素の断面図を示しており、1つの画素内に少なくとも2種類の液晶滴粒径の異なる領域を形成している。図1では、液晶相が独立相（液晶滴）として高分子マトリクス（高分子相）中に分散したタイプのものであるが、液晶材料や重合条件により、電気情報通信学会技術研究報告、EID89-89、p1のように液晶相および高分子相が連続相を形成する場合もある。

【0041】以下の説明では、主として液晶相が独立相として高分子マトリクス中に分散したタイプのものについて述べるが、本発明では液晶相および高分子相が連続相を形成するポリマーネットワーク構造にも適用できる。

【0042】（実施例1）図9は、本発明の一実施例による液晶表示素子の製造方法を示したものである。

【0043】電極が複数の画素電極からなり、各画素電極に印加する電圧を制御するアクティブ素子を設けたアクティブマトリクス基板92を中性洗剤に30分浸した後、流水で20分洗浄し、110℃で1時間乾燥した。また、対向基板としてインジウム・錫酸化膜からなる透明電極付き透明ガラス基板91をアルカリ洗剤に30分浸した後、同様に流水で20分洗浄し、110℃で1時間乾燥した。

【0044】その後、両基板に紫外線を10分照射し、有機汚染物を分解した。

【0045】次に、それらの基板の上に、絶縁膜JALS-214（日本合成ゴム（株）社製）をスピナー塗布し、180℃、30分間硬化させた。

【0046】これらの基板を12μm径のプラスチック製のスペーサ（マイクロパール：積水ファイン（株）を介して熱硬化型のシール材（ストラクトボンド：三井

8

東圧化学（株））により液晶注入口を設けて貼り合わせ、150℃で2時間加熱してシール材を完全硬化させて空セルを得た。

【0047】なお、図9では、透明電極、絶縁膜、アクティブ素子、スペーサ、シール材は省略している。

【0048】次に、液晶材料としてTL-213（メルク社製）8.50gと重合性モノマーとして2-エチルヘキシルアクリレート（東京化成製）を0.80g、オリゴマーとしてポリウレタンアクリレート（チバガイギ（株））を0.05gそれぞれ加え、できあがった液晶材料と高分子モノマーの混合組成物を、25℃で十分攪拌し均一な混合溶液を調製した。

【0049】この均一混合溶液を25℃で前記空セルの空隙部95に封口部から真空注入し、その後、紫外線硬化型封口樹脂であるロックタイト（日本ロックタイト（株））により封口した。

【0050】次に、前記液晶セルに、図9のように、ライン幅25μmスペース幅25μmの金属クロム94からなるストライプマスク93（石英基板）を介して、アルゴン・レーザーを基板全面に均一に照射し、前記ストライプマスク93の開口部の重合性モノマーを光重合開始剤との反応により重合、相分離させた。

【0051】次に、前記ストライプマスク93を取り外し、50mW/cm<sup>2</sup>の高圧水銀灯による紫外線を25℃で60秒照射し、金属クロム94の直下の重合性モノマーを光重合開始剤との反応により重合、相分離させた。なお、紫外線照射の際、液晶の分解を防ぐため、紫外線カットフィルターUV-35（東芝硝子（株））を通過させた。また、このとき、特に平行化した紫外線光源は使用していない。

【0052】このようにして、図1のような1つの画素において、高分子マトリクス15中に粒径の異なる液晶滴16が分散された高分子分散型液晶が得られた。

【0053】なお、図1では、アクティブ素子、スペーサ、シール材は省略している。

【0054】こうして完成した高分子分散型液晶表示素子を分解し、イソプロピルアルコールで液晶材料を洗浄除去し、高分子分散型液晶の相分離構造を光学顕微鏡で観察したところ、この液晶滴16は完全な球形ではなく、歪んだ形状になっていた。

【0055】また、隣接する液晶滴と連続的につながっているものも観察された。光学顕微鏡での観察結果から、その領域での平均粒径 $R$ を求めた。

【0056】本実施例の高分子分散型液晶では、小さい方の液晶滴は平均0.9μm、大きい方の液晶滴は平均1.1μmであった。

【0057】次に、このように作製した高分子分散型液晶のコントラスト特性を調べた。

【0058】高分子分散型液晶の散乱特性（コントラス

ト特性)を定量化する指標として、散乱ゲインGを用いた。

【0059】高分子分散型液晶のコントラストは散乱ゲインGの逆数に比例する。

【0060】散乱ゲインGは、高分子分散型液晶の照射面での照度をE、高分子分散型液晶の照射側とは反対側の面での輝度をB、円周率を $\pi$ として、次式で定義される。

$$【0061】G = \pi B / E$$

散乱ゲインGは、高分子分散型液晶セルの基板面に平行に光を照射し、高分子分散型液晶セルの基板面上に配置した照度計(ミノルタ製T-1M)で照度Eを測定した。また、高分子分散型液晶の照射側とは反対側の面での輝度Bを輝度計(TOPCON製BM-8)で測定した。高分子分散型液晶が完全な散乱体である場合は、散乱ゲインGは0.5となる。

【0062】上記散乱ゲインGについては、「液晶ビデオプロジェクト技術」(佐々木 正、1990、10、29、p139)に解説されている。

【0063】本実験では散乱ゲインGは0.95であり、通常の作製法による値とほぼ同等の値が得られた。

【0064】散乱ゲインGは、セルの厚み、液晶相の平均粒径(液晶滴の直径)または液晶相の平均厚み(ネットワーク構造のとき)Rに大きく依存する。

【0065】また、しきい値電圧もセルの厚み、液晶相の平均粒径または液晶相の平均厚みRに大きく依存する。

【0066】本実施例では、高分子分散型液晶の液晶相の平均粒径または液晶相の平均厚みRを紫外線強度の差により、1つの画素内に2種類の異なる領域を形成させたものであり、画素領域中、レーザー照射部では紫外線強度が大きく、Rが小さくなり(高しきい値電圧)、レーザー非照射部では紫外線強度が小さく、Rが大きく(低しきい値電圧)なる。

【0067】図3は、本実施例で作製した高分子分散型液晶セルの印加電圧による透過率変化を輝度計で測定したものである。測定温度30℃、受光角0.2°で、30Hzの矩形波を印加して測定した。

【0068】図3の2曲線は各々、印加電圧を0Vから30Vに増加させたときの透過率特性、および印加電圧を30Vから0Vに減少させたときの透過率特性を示す。両者の曲線は全く同一にはならず、ヒステリシスが観測された。最も光学ヒステリシスの大きいところを最大光学ヒステリシスと呼ぶことにすると、本実施例で作製した高分子分散型液晶セルの最大光学ヒステリシスは0.9%であった。また、このときの急峻度、すなわち $\gamma$ は、 $V_{10}=3.0V$ 、 $V_{90}=6.0V$ であり、 $\gamma=V_{90}/V_{10}=2.0$ であった。

【0069】(比較例1)図12に比較例1による液晶表示素子の断面図を示す。

【0070】実施例1と同様な方法で空セルを作製し、実施例1と同様に液晶材料としてTL-213(メルク社製)8.50gと重合性モノマーとして2-エチルヘキシルアクリレート(東京化成製)を0.80g、オリゴマーとしてポリウレタンアクリレート0.60g、光重合開始剤としてダロキュア1173(チバガイギ(株))を0.05gそれぞれ加え、できあがった液晶材料と高分子モノマーの混合組成物を、25℃で十分攪拌し均一な混合溶液を調製した。

10 【0071】この均一混合溶液を25℃で前記空セルの空隙部95に封口部から真空注入し、その後、紫外線硬化型封口樹脂であるロックタイト(日本ロックタイト(株))により封口した。

【0072】次に、前記液晶セルに、200mW/cm<sup>2</sup>の高圧水銀灯による紫外線を25℃で60秒照射し、重合性モノマーを光重合開始剤との反応により重合、相分離させた。なお、紫外線照射の際、液晶の分解を防ぐため、紫外線カットフィルターUV-35(東芝硝子(株))を通過させた。

20 【0073】この高分子分散型液晶表示素子の印加電圧による透過率変化を、実施例1と同様に輝度計で測定したところ、図4に見られるように、 $\gamma=1.7$ であり、最大光学ヒステリシスは1.6%であった。また、このときの $V_{90}$ は約6.2Vであり、実施例1とほぼ同じであった。また、液晶滴は平均0.9 $\mu$ mであった。

【0074】実施例1(図3)と比較例1(図4)を比較すると、印加電圧-透過率曲線の急峻性に差があることが分かる。光学ヒステリシスの大きさは、印加電圧-透過率曲線のヒステリシスが出現しやすい電圧(低電圧領域)における急峻度( $V_{90}/V_{10}$ )と負の相関があり、実施例1のように、2種類の印加電圧-透過率が1画素中に混在して作用する様になると、印加電圧-透過率曲線の傾きがなだらかになり、光学ヒステリシスが小さくなる。

30 【0075】図6は、印加電圧-透過率曲線の急峻度 $\gamma(V_{90}/V_{10})$ と光学ヒステリシスの関係を調べたものである。セルは、表面エネルギーの大きい絶縁膜AL1051(日本合成ゴム(株)社製)にフッ素系界面活性剤FC-430(3M社製)を0~5wt%添加して作製した。

【0076】図6を見ると、光学ヒステリシスの大きさは、急峻度( $V_{90}/V_{10}$ )と負の相関があり、急峻度が大きいほど光学ヒステリシスが小さくできることが分かる。光学ヒステリシス<1%を実現するためには、 $\gamma \geq 2.0$ が必要である。しかし、絶縁膜の表面エネルギーを変化させるこの方式では、 $V_{10}$ がほぼ固定で $V_{90}$ が大きくなり、駆動電圧が上昇してしまうという欠点がある。

50 【0077】これに対し、 $V_{90}$ が一定で、 $V_{10}$ を下げて $\gamma \geq 2.0$ を実現するのが実施例1の方式である。



11

【0078】図2に実施例1による光学ヒステリシスの低下原理を示した。1画素の中に粒径すなわち駆動電圧の異なる2種類の領域が存在し、それらの印加電圧-透過率曲線を各々、a（粒径小）およびb（粒径大）とし、各々の $\gamma$ は2.0より小さく、光学ヒステリシス（各々、 $\Delta T a$ および $\Delta T b$ ）も1.6%程度の大きい値をとるとする。ところが、画素全体として透過率を曲線cとすると、曲線cの低電圧部では曲線bの効果で、また曲線cの高電圧部では曲線aの効果が現れ、曲線cは全体として、曲線aと曲線bにちょうど挟まれたような位置関係になる。

【0079】また、ここで、注目すべきことは、曲線cのV90は曲線aのV90とほぼ同様になるため、この方式では $\gamma$ を大きくしても駆動電圧が上昇しないことである。

【0080】このように、実施例1の発明によれば、V90を大きくしないで急峻度を大きくでき、 $\gamma \geq 2.0$ を実現できることになる。

【0081】また、図2において、 $\gamma$ を大きくするためには、1つの画素中の2つの領域の粒径の比（＝駆動電圧比＝粒径の大きい方のV90／粒径の小さい方のV90）を、ちいさくすればするほど、言い替えるならば曲線aと曲線bを離せば離すほど良いが、離しすぎても光学ヒステリシス低減効果は飽和してしまう。また、駆動電圧比が0.6より小さい領域では、曲線c（画素全体としての印加電圧-透過率曲線）に変曲点が現れてくるのでこの電圧比領域は適さない。

【0082】また、逆に駆動電圧比0.9より大きいと、曲線aと曲線bが接近してしまい、曲線cは1画素の中に粒径の異なる2種類の領域が存在しない場合とほぼ同じになり、 $\gamma$ 増大効果が見られなかった。効果があるのは、駆動電圧比が0.6以上であり、0.9以下の時である。また、好ましくは、駆動電圧比が0.7以上であり、0.85以下の時であった。

【0083】（実施例2）図10に本実施例による液晶表示素子の製造方法を示す。

【0084】実施例1と同様な方法で空セルを作製し、実施例1と同様に液晶材料としてTL-213（メルク社製）8.50gと重合性モノマーとして2-エチルヘキシルアクリレート（東京化成製）を0.80g、オリゴマーとしてポリウレタンアクリレート（チバガイギ（株））を0.05gそれぞれ加え、できあがった液晶材料と高分子モノマーの混合組成物を、25℃で十分攪拌し均一な混合溶液を調製した。

【0085】この均一混合溶液を25℃で前記空セルの空隙部103に封口部から真空注入し、その後、紫外線硬化型封口樹脂であるロックタイト（日本ロックタイト（株））により封口した。

【0086】次に、前記液晶セルに、図10のように、

12

ピッチ50 $\mu$ m、パルス幅25 $\mu$ mのアルゴン・レーザーを基板に均一に照射し、重合性モノマーを光重合開始剤との反応により重合、相分離させた。

【0087】次に、50mW/cm<sup>2</sup>の高圧水銀灯による紫外線を25℃で60秒照射し、未反応の重合性モノマーを光重合開始剤との反応により完全に重合、相分離させた。なお、紫外線照射の際、液晶の分解を防ぐため、実施例1と同様に紫外線カットフィルターUV-35（東芝硝子（株））を通過させた。また、このとき、特に平行化した紫外線光源は使用していない。

【0088】このようにして、実施例1と同様に図1のような1つの画素において、高分子マトリクス15中に粒径の異なる液晶滴16が分散された高分子分散型液晶が得られた。

【0089】この高分子分散型液晶表示素子の印加電圧による透過率変化を、実施例1と同様に輝度計で測定したところ、 $\gamma = 2.0$ であり、最大光学ヒステリシスは0.9%であった。また、このときのV90は約6.0Vであり、実施例1とほぼ同じであった。

【0090】（実施例3）図11に本実施例による液晶表示素子の製造方法を示す。

【0091】実施例1と同様な方法で空セルを作製し、実施例1と同様に液晶材料としてTL-213（メルク社製）8.50gと重合性モノマーとして2-エチルヘキシルアクリレート（東京化成製）を0.80g、オリゴマーとしてポリウレタンアクリレート（チバガイギ（株））を0.05gそれぞれ加え、できあがった液晶材料と高分子モノマーの混合組成物を、25℃で十分攪拌し均一な混合溶液を調製した。

【0092】この均一混合溶液を25℃で前記空セルの空隙部103に封口部から真空注入し、その後、紫外線硬化型封口樹脂であるロックタイト（日本ロックタイト（株））により封口した。

【0093】次に、前記液晶セルに、図11のように、画素ピッチ50 $\mu$ mの2倍のピッチ、すなわち、ライン幅50 $\mu$ m-スペース幅50 $\mu$ mの金属クロム114からなるストライプマスク113（石英基板）を介して、アルゴン・レーザーを基板全面に均一に照射し、前記ストライプマスク113の開口部の重合性モノマーを光重合開始剤との反応により重合、相分離させた。

【0094】次に、前記ストライプマスク113を取り外し、50mW/cm<sup>2</sup>の高圧水銀灯による紫外線を25℃で60秒照射し、金属クロム114の直下の重合性モノマーを光重合開始剤との反応により重合、相分離させた。なお、紫外線照射の際、液晶の分解を防ぐため、紫外線カットフィルターUV-35（東芝硝子（株））を通過させた。また、このとき、特に平行化した紫外線光源は使用していない。

【0095】このようにして、実施例1と同様に図1の

ような1つの画素において、高分子マトリクス15中に粒径の異なる液晶滴16が分散された高分子分散型液晶が得られた。

【0096】この高分子分散型液晶表示素子の印加電圧による透過率変化を、実施例1と同様に輝度計で測定したところ、 $\gamma = 2.0$ であり、最大光学ヒステリシスは0.9%であった。また、このときのV90は約6.0Vであり、実施例1とほぼ同じであった。

【0097】(実施例4)図8に本実施例による液晶表示素子の製造方法を示す。

【0098】対角7.5cm(3型)、ガラス基板厚1.1mm、320×240ドットのプロジェクター用アクティブマトリクス基板を中性洗剤に30分浸した後、流水で20分洗浄し、110℃で1時間乾燥した。また、対向基板として基板厚0.5mm、インジウム・錫酸化膜からなる透明電極付き透明ガラス基板をアルカリ洗剤に30分浸した後、同様に流水で20分洗浄し、110℃で1時間乾燥した。

【0099】その後、両基板に紫外線を10分照射し、有機汚染物を分解した。

【0100】次に、それらの基板の上に、絶縁膜JALS-214(日本合成ゴム(株)社製)をスピンナー塗布し、180℃、30分間硬化させた。

【0101】これらの基板を12μm径のプラスチック製のスペーサ(マイクロパール:積水ファイン(株))を介して熱硬化型のシール材(ストラクトボンド:三井東圧化学(株))により液晶注入口を設けて貼り合わせ、150℃で2時間加熱してシール材を完全硬化させて空セルを得た。

【0102】次に、実施例1と同様に液晶材料としてTL-213(メルク社製)8.50gと重合性モノマーとして2-エチルヘキシルアクリレート(東京化成製)を0.80g、オリゴマーとしてポリウレタンアクリレート0.60g、光重合開始剤としてダロキュア1173(チバガイギ(株))を0.05gそれぞれ加え、できあがった液晶材料と高分子モノマーの混合組成物を、25℃で十分攪拌し均一な混合溶液を調製した。

【0103】この均一混合溶液を25℃で前記空セルの空隙部に封口部から真空注入し、その後、紫外線硬化型封口樹脂であるロックタイト(日本ロックタイト(株))により封口した。

【0104】次に、前記液晶セルに、図8のように、画素ピッチ190μmと同じピッチ、すなわち、ライン幅95μm-スペース幅95μmの金属クロム85a、85bからなるストライプマスク84(石英基板)を介して、200mW/cm<sup>2</sup>の高圧水銀灯による平行化紫外線(半値幅5度)を25℃で60秒照射し、重合性モノマーを光重合開始剤との反応により重合、相分離させ

た。なお、紫外線照射の際、液晶の分解を防ぐため、紫外線カットフィルターUV-35(東芝硝子(株))を

通過させた。

【0105】このようにして、実施例1と同様1つの画素において、高分子マトリクス中に粒径の異なる液晶滴が分散された高分子分散型液晶が得られた。ただし、液晶滴の分布の境界は図1ほど明確ではなく、液晶滴が小さい領域と大きい領域の間に中間的な粒径の領域が見られた。

【0106】この高分子分散型液晶表示素子の印加電圧による透過率変化を、実施例1と同様に輝度計で測定したところ、 $\gamma = 1.95$ であり、最大光学ヒステリシスは1.0%であった。また、このときのV90は約6.0Vであり、実施例1とほぼ同じであった。

【0107】(比較例2)対向基板として基板厚0.7mmにした以外は実施例4と全く同様な方法で、高分子分散型液晶表示素子を作製した。

【0108】このようにして得られた高分子分散型液晶の粒径を観察すると、1つの画素においては、粒径の差は見られず、均一な径(約1.0μm)の液晶滴が分散された高分子分散型液晶になっていた。

【0109】この高分子分散型液晶表示素子の印加電圧による透過率変化を、実施例1と同様に輝度計で測定したところ、 $\gamma = 1.7$ であり、最大光学ヒステリシスは1.6%であった。また、このときのV90は約5.5Vであった。

【0110】(実施例4)実施例4による液晶表示素子の製造方法を、図8を用いて詳細に説明する。

【0111】図8の上に示したのは、平行化した高圧水銀灯の光源の強度分布曲線である。

【0112】図8の下は、厚みdの対向ガラス基板81とアクティブマトリクス基板82とに挟持された間隙83に、液晶材料-重合性モノマーからなる均一混合溶液を充填したものに、画素ピッチpと同じピッチ、すなわち、ライン幅p/2-スペース幅p/2μmの金属クロム85a、85bからなるストライプマスク84(石英基板)を接した図である(画素構造は省略してある)。

【0113】これに、強度分布曲線における半値幅θの略平行化した高圧水銀灯の紫外線を照射すると、液晶材料-重合性モノマーからなる均一混合溶液を充填した間隙83に到達する紫外線は強度の点から、図8のように、強度が強い領域(開口部の下)、中間の強度の領域(金属クロムのエッジの下)および強度が弱い領域(金属クロムの下)に分けられる。

【0114】高分子分散型液晶表示素子の液晶滴の粒径は、紫外線の強度が大きいほど小さいので、上記のそれぞれの領域に対して、粒径小、中および大の液晶滴が形成される。本発明においては、光学ヒステリシスを低減するため、1つの画素内において少なくとも2種類の透過率-印加電圧特性の異なる領域を形成させるため、少なくとも2種類の液晶滴の粒径(大および小)を1つの画素内に作製しなくてはならない。しかし、対向基板の

厚み $d$ を大きくし、中間的な紫外線強度の領域（幅＝ $2d \cdot \tan \theta$ ）が広くなり、ついにはマスクのライン幅（またはスペース幅）＝ $p/2$ 以上になると、必要な2種類の液晶滴の粒径（大および小）の領域は消失し、ほぼ1種類の粒径のみとなってしまう。

【0115】さて、R、G、B3板式プロジェクターのライトバルブとして使用する実用上最大の液晶パネルサイズは対角3インチ（＝7.5cm）、また、映像用として使用される液晶パネルの実用上最小のドット数は、横320ドット、縦240ドットと考えると、実用上最大の画素ピッチは、横60（mm）／320＝0.19（mm）、すなわち190 $\mu$ mである。

【0116】一方、略平行として十分な強度の紫外線を出力できる紫外線照射装置（オーク製作所）の強度分布の半値幅は最小 $\theta = 5$ （度）である。この値より広がり角度を小さくすると、平行度は良くなるが、100～200mW/cm<sup>2</sup>のような強度の大きい紫外線を得ることは困難である。

【0117】1つの画素内において少なくとも2種類の粒径の液晶滴が作製可能な最大の $d$ は、 $2d \cdot \tan \theta = p/2$ の式に、 $\theta$ の限界である5度、 $p$ の限界である190 $\mu$ mを代入すると得られ、 $d = 540 \mu$ mとなる。すなわち、実施例4の $d = 0.5$ mmの対向基板では、1つの画素内において少なくとも2種類の粒径の液晶滴が作製可能であるが、比較例2の $d = 0.7$ mmの対向基板では、困難である。

【0118】（実施例5）実施例4と同様に、対角7.5cm（3型）、ガラス基板厚1.1mm、320×240ドットのプロジェクター用アクティブマトリクス基板を中性洗剤に30分浸した後、流水で20分洗浄し、110℃で1時間乾燥した。また、対向基板として基板厚0.5mm、インジウム・錫酸化膜からなる透明電極付き透明ガラス基板をアルカリ洗剤に30分浸した後、同様に流水で20分洗浄し、110℃で1時間乾燥した。

【0119】その後、両基板に紫外線を10分照射し、有機汚染物を分解した。

【0120】次に、実施例4と同様に、それらの基板の上に、絶縁膜JALS-214（日本合成ゴム（株）社製）をスピンナー塗布し、180℃、30分間硬化させた。

【0121】これらの基板を12 $\mu$ m径のプラスチック製のスペーサ（マイクロパール：積水ファイン（株））を介して熱硬化型のシール材（ストラクトボンド：三井東圧化学（株））により液晶注入口を設けて貼り合わせ、150℃で2時間加熱してシール材を完全硬化させて空セルを得た。

【0122】次に、実施例1と同様に液晶材料としてTL-213（メルク社製）8.50gと重合性モノマーとして2-エチルヘキシルアクリレート（東京化成製）

を0.80g、オリゴマーとしてポリウレタンアクリレート0.60g、光重合開始剤としてダロキュア1173（チバガイギ（株））を0.05gそれぞれ加え、できあがった液晶材料と高分子モノマーの混合組成物を、25℃で十分攪拌し均一な混合溶液を調製した。

【0123】この均一混合溶液を25℃で前記空セルの空隙部に封口部から真空注入し、その後、紫外線硬化型封口樹脂であるロックタイト（日本ロックタイト（株））により封口した。

【0124】次に、前記液晶セルに、200mW/cm<sup>2</sup>の高圧水銀灯による第1の紫外線を25℃で60秒照射し、重合性モノマーを光重合開始剤との反応により重合、相分離させた。なお、紫外線照射の際、液晶の分解を防ぐため、紫外線カットフィルターUV-35（東芝硝子（株））を通過させた。

【0125】次に、前記液晶セルに、画素ピッチ190 $\mu$ mと同じピッチ、すなわち、ライン幅95 $\mu$ mスペース幅95 $\mu$ mの金属クロムからなるストライプマスク（石英基板）を介して、200mW/cm<sup>2</sup>の高圧水銀灯による略平行化した第2の紫外線（半値幅5度）を25℃で200秒照射した。

【0126】このようにして完成したセルは、高分子マトリクス中に粒径が揃った液晶滴が分散された高分子分散型液晶が得られたが、第2の紫外線の照射された量により1つの画素内において2種類の透過率—印加電圧特性の異なる領域を有した。

【0127】この高分子分散型液晶表示素子の印加電圧による透過率変化を、実施例1と同様に輝度計で測定したところ、 $\gamma = 2.0$ であり、最大光学ヒステリシスは0.9%であった。また、このときのV90は約6.0Vであり、実施例1とほぼ同じであった。

【0128】本実施例は、完成した高分子分散型液晶表示素子の液晶材料の紫外線照射での微量な分解による液晶—高分子界面の濡れ性変化（低電圧化）を利用したものである。しかし、第2の紫外線を500秒以上照射すると、液晶分解によるセル内電流の増加、黄変など、特性の劣化が見られた。

【0129】マスクピッチ、対向基板の厚み $d$ 、紫外線光源の半値幅 $\theta$ の関係は、実施例4と全く同様である。

【0130】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、最適の電気光学特性を示す領域に、粒径の異なるか濡れ性が異なる駆動電圧の低い領域を付加すれば良く、駆動電圧が上昇することなく、光学ヒステリシスを低く抑えられ、コントラストが高く、表示品質の優れた高分子分散型液晶表示素子が実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1による液晶表示素子の断面図

【図2】本発明の実施例1による液晶表示素子の動作原理を示す図

17

【図3】本発明の実施例1による液晶表示素子の印加電圧—透過率特性図

【図4】比較例1による液晶表示素子の印加電圧—透過率特性図

【図5】光学ヒステリシスの説明図

【図6】光学ヒステリシス—急峻度特性図

【図7】本発明の実施例4による液晶表示素子の1画素の断面図

【図8】本発明の実施例4によるマスクピッチ、対向基板厚、光源広がりとの関係を示す図

【図9】本発明の実施例1による液晶表示素子の製造方法を示す図

【図10】本発明の実施例2による液晶表示素子の製造方法を示す図

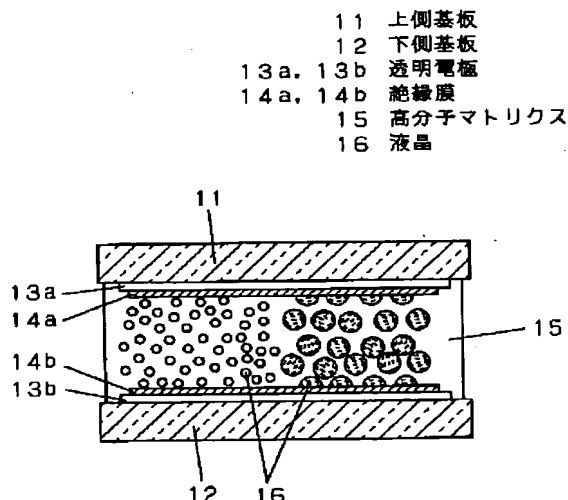
【図11】本発明の実施例3による液晶表示素子の製造方法を示す図

【図12】比較例1による液晶表示素子の断面図

【符号の説明】

- 11 ガラス基板
- 12 ガラス基板
- 13 a, 13 b 透明電極
- 14 a, 14 b 絶縁膜
- 15 高分子マトリクス
- 16 液晶滴
- 71 ガラス基板
- 72 ガラス基板
- 73 a, 73 b 透明電極

【図1】



18

74 a, 74 b 絶縁膜

76 石英基板

77 金属クロム

81 ガラス基板

82 ガラス基板

83 空隙部

84 石英基板

85 a, 85 b 金属クロム

91 ガラス基板

10 92 ガラス基板

93 石英基板

94 金属クロム

95 空隙部

101 ガラス基板

102 ガラス基板

103 空隙部

111 ガラス基板

112 ガラス基板

113 石英基板

20 114 金属クロム

115 空隙部

121 ガラス基板

122 ガラス基板

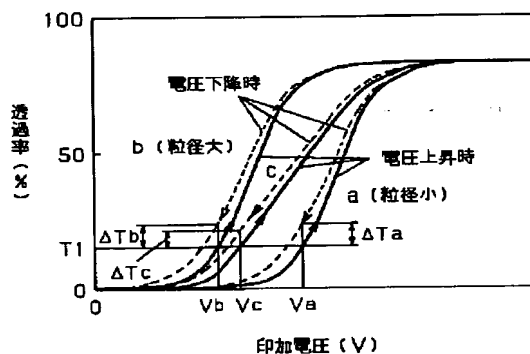
123 a, 123 b 透明電極

124 a, 124 b 絶縁膜

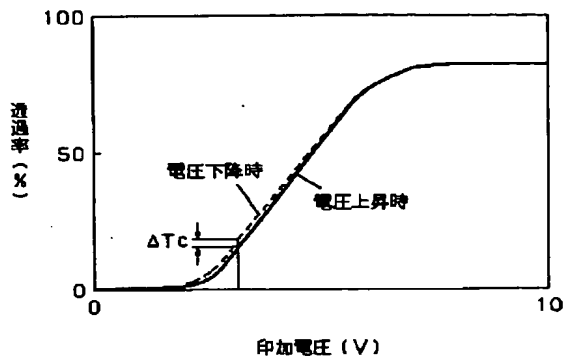
126 高分子マトリクス

127 液晶滴

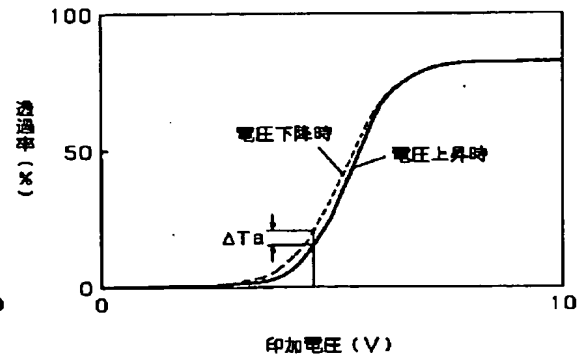
【図2】



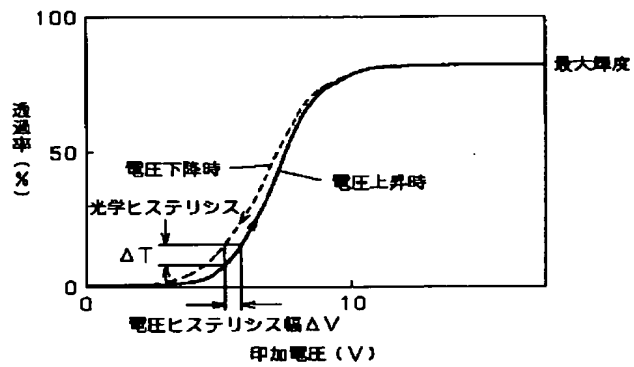
【図3】



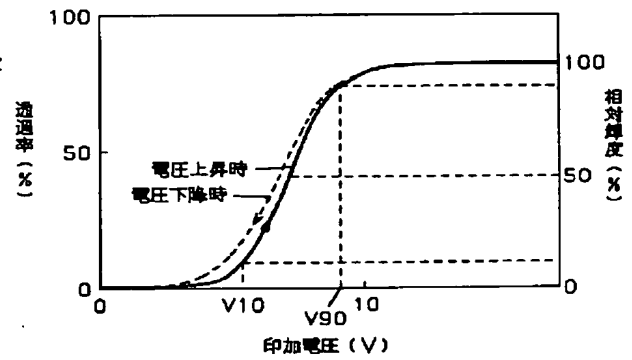
【図4】



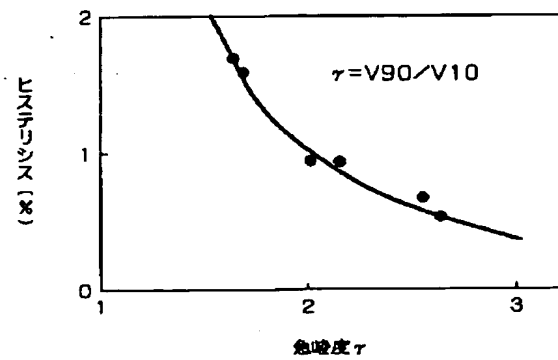
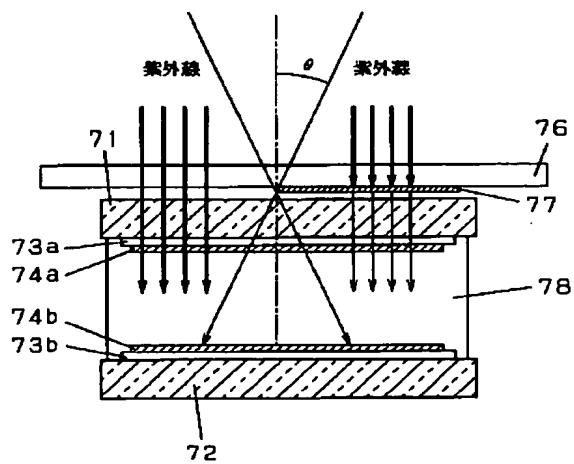
【図5】



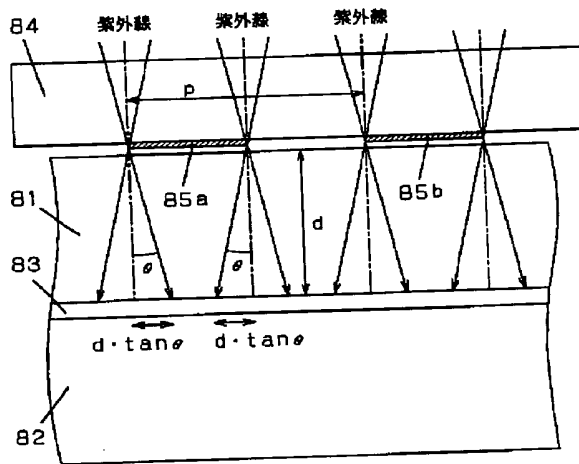
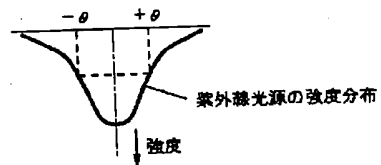
【図6】



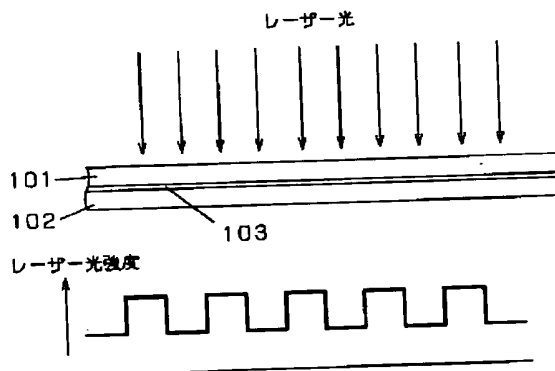
【図7】



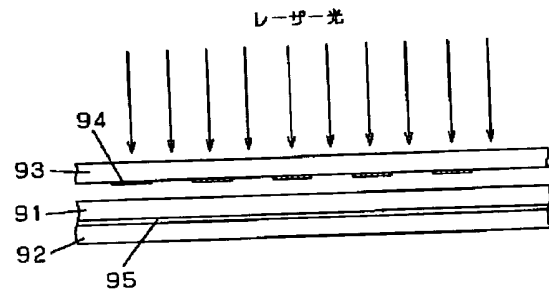
【図8】



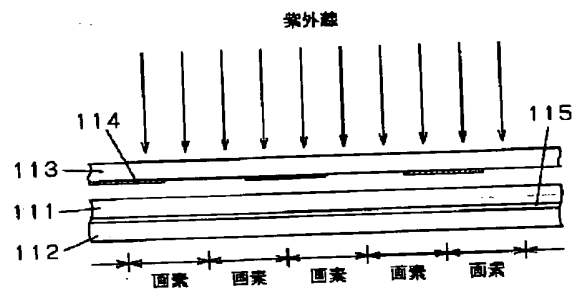
【図10】



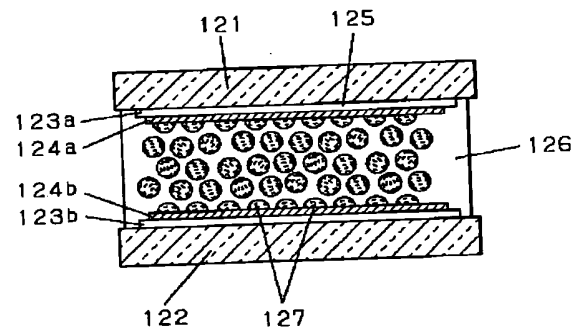
【図9】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 中尾 健次  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

F ターム(参考) 2H088 FA10 FA16 FA18 FA22 GA02  
GA10 GA17 HA02 HA06 HA08  
JA04 KA01 KA29 KA30 MA02  
MA11 MA16  
2H089 HA04 JA04 KA08 LA06 LA19  
NA24 QA15 RA04 RA18 SA18  
TA02 TA07 TA09

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**